

Однако для крупнотоннажных нефтеперерабатывающих и нефтехимических производств, с большими объемами образующихся нефтесодержащих сточных вод, с учетом второго фактора, в качестве базовых методов подготовки воды для оборотного водоснабжения наиболее целесообразно использовать флотационный и коагуляционный методы.

УДК 628.356

СПОСОБ ОЧИСТКИ ПОДЗЕМНЫХ ВОД ОТ ЗАГРЯЗНЕНИЯ ОЗОНИРОВАННЫМ ЛЬДОМ

К.А. Глушко

УО «Брестский государственный технический университет», г. Брест, Беларусь

Концентрация производства, как одна из совершенных форм ее организации, помимо материальных благ всегда способствует загрязнению окружающей среды и в первую очередь грунтовых вод. Это в равной степени относится к любому производству – промышленному, сельскохозяйственному и т.д.

Особенностью использования стока животноводческих комплексов является то, что после осветления и разбавления их чистой водой, они подаются на земельные поля орошения (ЗПО). При длительном орошении происходит подъем уровня грунтовых вод под ЗПО и радиальное растекание на прилегающей территории. Вода в колодцах приобретает специфический запах и вкус.

По этой причине особенно остро стоит эта проблема в системе водоснабжения населения питьевой водой, проживающего в домах индивидуальной застройки в непосредственной близости от крупных животноводческих комплексов и использующих для забора воды шахтные колодцы, захватывающие верхние слои глубинных грунтовых вод.

Одним из вариантов решения данной проблемы является, конечно же, обеспечение централизованного водоснабжения населенных пунктов. Однако отдаленность их друг от друга, недостаток средств в хозяйствах, а зачастую и неблагоприятные геологические условия, не позволяют решить проблему подобным образом.

На сегодняшний день отсутствуют простые доступные и недорогие технологии очистки подземных вод от загрязнения, которые могли бы быть реализованы силами местных хозяйств.

Автором предлагается способ очистки подземных вод от загрязнения и устройство для его реализации, защищенные патентами [1,2].

На рисунке 1 представлено устройство технологической линии по очистке подземных вод от загрязнения, где (а) – ее разрез, а (б) – план.

Устройство реализации (технологическая линия) способа включает пруд чистой воды 1, водонепроницаемый экран 2, траншею 3, запирающий слой 4, ледовый покров 5, пропил 6, нагнетающую установку 7 (например, озоноатор), хранилище льда 8, животноводческий комплекс 9, сельскохозяйственные поля орошения 10 с уровнем грунтовых вод 11, фильтрующие скважины 12, место забора воды 13.

Первоначально готовят технологическую линию: в теплый период пруд чистой воды и ограждают водонепроницаемым экраном 2, например, из полиэтиленовой пленки. Для этого на расстоянии, определяемом конструктивным запасом в 2-4 метра от уреза воды, отрывают траншею 3 по всему периметру пруда чистой воды. Глубина траншеи определяется по формуле:

$$H_{\text{тр}} = \Delta h + h_{\text{пром ср}},$$

где Δh – превышение берега над поверхностью воды;

$h_{\text{пром ср}}$ – среднеголетняя глубина промерзания.

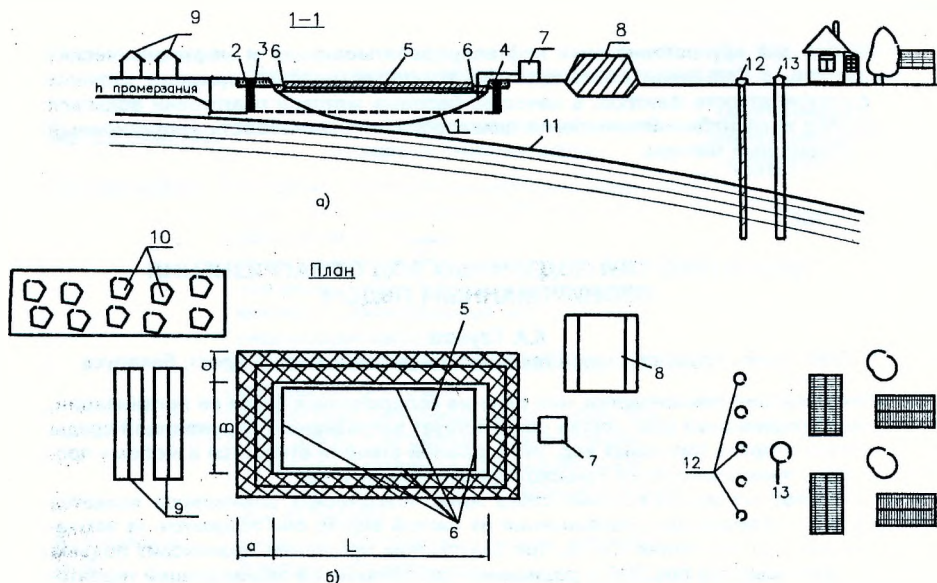


Рис.1. Технологическая линия очистки подземных вод

В траншею устанавливают экран. Пазухи между стенками траншеи и экраном засыпают с послойным увлажнением и уплотнением для исключения пор. Верх экрана не доводят до дневной поверхности на 5-7 см. В предзимний период готовят основу для формирования запирающего слоя 4 в пределах или несколько шире конструктивного запаса. Для этого верхний слой почвы мощностью 5-7 см рылят, насыщают влагой до полной влагоемкости с одновременным уплотнением, например, катками. Это позволяет ликвидировать трещиноватость почвы, ходы землеройных животных. В зимний период почва промерзает и при минимальной отрицательной температуре формирует запирающий слой, являющийся непроницаемым как и ледовый покров 5 пруда чистой воды 1 для газов в том числе и озона /3/. Вмерзший в него верх экрана 2, как показывает практика, является герметичным узлом. Таким образом, запирающий слой, лед пруда чистой воды и ограждающий экран образуют емкость озонасыщения, объем которой можно рассчитать по формуле.

$$V = (B + 2a)(L + 2a)h_{\text{пром. ср.}}$$

где B и L - длина и ширина пруда;

a - конструктивный запас 2-4 м;

$h_{\text{пром. ср.}}$ - среднемноголетняя глубина промерзания.

На стороне пруда, противоположной расположению животноводческого комплекса 8, (источника загрязнения) готовят хранилище льда 7. Между хранилищем 7 и местом забора располагают фильтрующие скважины 12. Способ реализуют следующим образом. В зимний период, когда сформировался сплошной ледовый покров в прудах чистой воды 1 нагнетающей установкой 6, например, компрессором подают озон под ледовый покров 5.

Расчетное время подачи озона (t) определяется выбранным режимом работы установки исходя из известного объема подаваемого озона ($V_{\text{оз}}$) и производительности установки (Π) по формуле

$$t = V_{\text{оз}} / \Pi.$$

Необходимый объем нагнетаемого озона рассчитывают по формуле:

$$V_{\text{оз}} = V\beta,$$

где β – норматив озононасыщения, 0,75-1,0 мг/л /4/.

Озон – газ, он устремляется вверх и удерживается ледовым покровом, постепенно растекаясь по всей подледной поверхности емкости озононасыщения. Запирющий слой, в пределах конструктивного запаса, и ограждающий экран 3, препятствуют утечкам озона в атмосферу и аккумулируют его. Таким образом, поданный озон насыщает последовательно слои воды сверху вниз, уменьшает его плотность и по этой причине исключает конвективный тепломассообмен с нижележащими слоями, сохраняя статическое положение. Достижение проектной границы насыщения можно контролировать расчетным путем.

По мере поступления холода слои воды переходят в лед, удерживая растворенный в них озон. Как достоинство следует отметить, исходя из вышесказанного, что подача озона под лед может вестись параллельно нарастанию мощности льда или упреждающим темпом, поэтому нет технологической необходимости увязывать режим подачи озона с температурой воздуха, что имеет место в прототипе. По мере подачи всего объема озона его достаточно для насыщения толщи льда на величину эквивалентную среднемноголетней глубине промерзания, что соответствует отметке низа экрана.

Повысить эффективность способа можно путем увеличения емкости озононасыщения при неизменных границах и отметках водонепроницаемого экрана.

Для этого, после того как лед достиг проектной или максимальной для данного сезона мощности, выполняют пропил 6 льда 5 по периметру пруда чистой воды 1.

Озононасыщенный лед всплывает значительно ввиду его малой плотности, освобождая часть емкости озононасыщения, формируя, таким образом, дополнительную емкость озононасыщения, объем которой равен объему всплывшей части озононасыщенного льда. После того как пропил покроется льдом, т.е. обеспечена герметичность емкости озононасыщения, производят дополнительное нагнетание озона под лед в объеме

$$V_{\text{оз}}^{\text{доп}} = V^{\text{доп}}\beta,$$

где $V^{\text{доп}}$ – объем всплывшей части озононасыщенной льдины.

В последующее время производят контрольные промеры мощности льда. Когда отметка низа всплывшей льдины сопоставима с отметкой среднемноголетней глубины промерзания и наблюдается устойчивая отрицательная температура воздуха, операцию повторяют вновь. Этот процесс может повторяться многократно в течение всего зимнего периода.

В предвесенний период, когда ледовый покров достиг проектной или максимальной для данного сезона толщи, производится заготовка льда и его складирование в хранилищах 7.

На следующем технологическом этапе фильтрующие скважины 11 заполняют заготовками озононасыщенного льда. Створ фильтрующих скважин выполняют между источником загрязнения и местом забора нормально грунтовому потоку для более эффективного их перехвата.

Талая вода скважин имеет близкую к нулевой температуру и поэтому озонудерживающая способность ее велика. Грунтовый поток водоносного слоя по всей глубине фильтрующей скважины захватывает талую воду и переносит ее вниз к месту забора 12.

По мере перемещения грунтового потока талая вода фильтрующих скважин перемешивается с грунтовой и принимает ее температуру, что способствует развитию окислительного процесса. Реакция наиболее активно и полно протекает в верхней части водоносного слоя, являющегося местом забора воды на питьевое водоснабжение, так как высвобождающийся по мере прогревания талой воды озон из более теплой нижней части переносится в верхнюю, увеличивая свою концентрацию.

Данное техническое решение обладает предельно низкой энергоемкостью, простое в исполнении и легко реализуется на практике силами хозяйств и предприятий.

Литература

1. Патент ВУ «Способ очистки подземных вод от загрязнения» С02F1/78, №1962, БИ №4, часть 1, 1997 г.
2. Патент ВУ «Способ очистки подземных вод от загрязнения и технологическая линия для его осуществления» С02F1/78, №8361, БИ №4, часть 1, 2006 г.
3. Калюжный И.Л., Павлова К.К. Формирование потерь талого стока. Л.: Гидрометеоздат, 1981. – 159 с.
4. СНиП 2.04.02-84. Водоснабжение, наружные сети и сооружения

УДК 681.7:068

ПЛАЗМОТРОН ДЛЯ ГЕНЕРАЦИИ КИСЛОРОДНОЙ ПЛАЗМЫ

В.В. Батрак, Е.И. Дмухайло, М.И. Сазонов

УО «Брестский государственный технический университет», г. Брест, Беларусь

Плазменные потоки используются в различных практических приложениях для промышленного получения различных химических веществ.

Разработаны плазматроны для генерации кислородной плазмы с температурой до 4000 К с целью реализации технологического процесса получения озона для обезвреживания и очистки сточных вод промышленных предприятий.

На основе широких исследований и применения теории подобия разработана методика расчета плазматронов.

На основе разработанной методики с использованием критериальной формулы для $E_{н}$ сконструирован плазмотрон для промышленного использования, мощностью 50 кВт.

Принципиальная схема плазмотрона, его электропитания и поджига приведена на рис. 1.

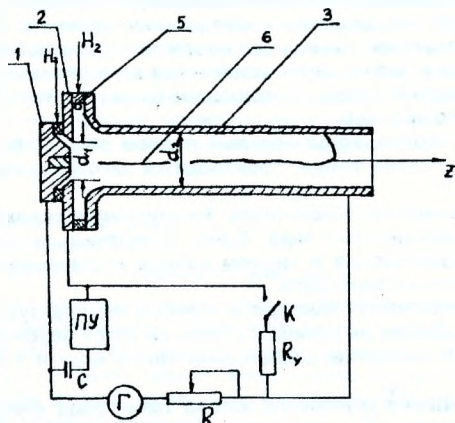


Рис. 1. Схема плазмотрона и электропитания

1 - катод, 2 - поджигающий электрод, 3 - анод, 4 и 5 - изоляторы, 6 - дуга

Основными элементами плазмотрона являются катод 1, поджигающий электрод 2 и ступенчатый анод 3. Катод выполнен из графитового стержня длиной